

Ю. И. Бандажевский, Н. Ф. Дубовая

**Защита здоровья людей в условиях
радиационного загрязнения
окружающей среды**

Иванков-2014

УДК 613:614.876
ББК 51.26
Б 23

Бандажевский Ю. И., Дубовая Н. Ф.

Защита здоровья людей в условиях радиационного загрязнения окружающей среды. – Иванов: ЧО Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», - Днепропетровск: Середняк Т.К., 2014. – 72 с.

ISBN 978-617-7257-08-9

УДК 613:614.876
ББК 51.26

Книга посвящена вопросам защиты здоровья людей, в условиях радиоактивного загрязнения среды обитания. Дана характеристика патологическим состояниям, вызванным инкорпорированным в организм Cs-137 – радионуклидом техногенного происхождения, наиболее распространенным в окружающей среде. Представлены основные направления защиты здоровья людей, длительное время проживающих на территории, пострадавшей от аварии на атомной электростанции.

Книга предназначена для медицинских работников, специалистов в области противорадиационной защиты, населения, проживающего на территории, пострадавшей от аварии на атомной электростанции.

© Бандажевский Ю. И., 2014
© Дубовая Н. Ф., 2014

ISBN 978-617-7257-08-9

Bandazhevski Yu. I., Dubovaya N. F.

**Human health protection under conditions of radiation
contamination of environment**

Ivankov - 2014

Bandazhevski Yu. I., Dubovaya N. F.

Human health protection under conditions of radiation contamination of environment. - Ivankov: "Ecology and Health" Coordination and Analytical Centre, Private Enterprise, 2014. - Dnepropetrovsk: Ceredniak T. K., 72 p.

ISBN 978-617-530-088-6

The book is dedicated to the protection of human health under conditions of radiation contamination of environment. There were described pathological conditions induced by Cs-137, the most common radionuclide in the environment, incorporated into the body. The main directions of health protection of people continuously living on the territory affected by the nuclear power plant accident were presented.

The book is intended for healthcare practitioners, experts in the field of radiation protection and the population living in the area affected by the nuclear power plant accident.

© Bandazhevski Yu. I., 2014

© Dubovaya N.F., 2014

ISBN 978-617-7257-08-9

Авторы

Ю. И. Бандажевский – доктор медицинских наук, профессор, основатель и первый ректор Гомельского государственного медицинского университета (1990-1999 гг.), ключевой эксперт проекта Европейской Комиссии в Украине «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья».

Н. Ф. Дубовая – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры гигиены питания и гигиены детей и подростков Национальной медицинской академии последипломного образования им. П. Л. Шупика МЗ Украины, эксперт проекта Европейской Комиссии в Украине «Оздоровительные и экологические программы, связанные с Чернобыльской зоной отчуждения. Подготовка, обучение и координация проектов по охране здоровья».

Введение

Состояние здоровья людей отражает состояние окружающей среды и общества в целом. Не может быть успешного развития общества, если большая часть его членов больны.

Вот почему в странах, подвергшихся интенсивному радиационному воздействию во второй половине 20-го века, как до, так и после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (Украина, Республика Беларусь, Российская Федерация), в настоящее время, должен быть актуальным вопрос разработки эффективных мер защиты здоровья людей, длительное время проживающих на территории, загрязненной радиоактивными элементами.

Стратегия организации жизнеобеспечения населения в районах, пострадавших от радиационного воздействия, должна основываться на объективной научной информации, включающей результаты клинических наблюдений, эпидемиологических и лабораторных исследований, экспериментов на лабораторных животных, выявляющих степень опасности для здоровья людей реально существующих радиационных агентов и продуктов их распада, при экстра- и интеркорпоральном воздействии.

К сожалению, в 1986 году, на момент аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) такая стратегия отсутствовала. Оценка рисков радиационной опасности для пострадавшего населения проводилась исключительно на основании сведений о влиянии внешнего радиационного воздействия на организм человека. Полностью игнорировалась опасность для здоровья людей радионуклидов, инкорпорированных в их организм, в том числе, цезий-137 (Cs-137) и стронций-90 (Sr-90), и внутреннее радиоактивное излучение по своему воздействию приравнялось к внешнему радиоактивному излучению.

При оценке коллективных доз радиации, полученных после аварии на ЧАЭС, населением Республики Беларусь, Украины и других стран, входящих в состав СССР, не было учтено «дочернобыльское» радиационное воздействие, связанное с Cs-137, содержащимся в высоких концентрациях в продуктах питания, начиная с 60-х годов прошлого столетия [1].

Следует признать то, что и в настоящее время в государственных структурах отсутствует представление о комплексном подходе в оценке внешнесредового радиационного воздействия на человеческую популяцию, что не позволяет создать и внедрить эффективную систему профилактических мер в отношении возникновения тяжелых заболеваний, влияющих на численность и трудоспособность населения.

Авторы данной публикации изложили собственную концепцию по вопросу защиты здоровья людей, проживающих на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, на основе представлений опасности для организма относительно небольших количеств инкорпорированных радионуклидов Cs-137 и продуктов их распада.

Основные причины катастрофического состояния здоровья людей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции.

Современные статистические сведения смертности, рождаемости и заболеваемости населения, проживающего на территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС в 1986 году, свидетельствуют о демографической катастрофе [2-8].

Это позволяет сделать заключение о том, что мероприятия по защите здоровья людей, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, проводимые на государственном уровне в течение 28 лет, начиная с 1986 года (в СССР и впоследствии в Украине, Республике Беларусь, Российской Федерации), не принесли должного эффекта.

На наш взгляд, создавшаяся ситуация со здоровьем людей вызвана:

А. Действиями руководства СССР, направленными на сокрытие факта аварии на ЧАЭС в апреле 1986 года, что привело к запоздалому принятию мер по спасению пострадавшего населения.

Б. Действиями руководства СССР, и в последствии независимых государств - Украины, Республики Беларусь, Российской Федерации, направленными на сокрытие от общественности:

1. Информации об истинных масштабах радиационного воздействия, связанного, как с аварией на ЧАЭС в 1986 году, так и с загрязнением радиоактивными агентами пострадавших территорий в дочернобыльский период, начиная с 60-х годов XX-го столетия [1];

2. Информации об истинных величинах дозовых радиационных нагрузок, полученных ликвидаторами аварии на ЧАЭС, и населением, проживающим на территории, загрязненной радиоактивными агентами;

3. Информации о состоянии здоровья людей, пострадавших от аварии на ЧАЭС. При этом, следует отметить отсутствие:

- полного учета всех пострадавших: ликвидаторов, эвакуированных лиц, населения, проживающего на радиоактивно загрязненной территории, и детей, родившихся от всех групп пострадавших;

- регулярного тотального объективного мониторинга по определению содержания радионуклидов в организме людей, с выявлением групп риска;

- всестороннего мониторинга состояния здоровья лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, в том числе, детского населения, как наиболее чувствительного к воздействию радиации;

- государственных статистических форм отчетности по пострадавшим территориям и группам пострадавших;

- неограниченного доступа для получения исчерпывающей медико-демографической информации по пострадавшим территориям и группам пострадавшего населения.

4. На блокирование научных исследований, выявляющих связь между состоянием здоровья населения, и полученными им, дозами радиации, прежде всего за счет радионуклидов, инкорпорированных в организм, что не позволяет сформировать у медицинских работников четко обоснованные представления о механизмах воздействия радиоактивных агентов, находящихся в биосфере, на состояние человеческого организма.

5. На допустимость проникновения в организм человека радиоактивных элементов (разработка и использование нормативных актов, разрешающих содержание в продуктах питания высоких уровней радионуклидов Cs-137 и Sr-90), игнорируя их роль в индукции патологических процессов в жизненно важных органах и системах.

Среди основных причин создавшейся ситуации со здоровьем людей следует также выделить:

- отсутствие четкой государственной политики по вопросу коллективной противорадиационной защиты;
- недостаточную и малоэффективную профилактическую и медицинскую помощь населению, страдающему от радиационного воздействия.
- недостаточную информированность населения пострадавших территорий о серьезной опасности для здоровья детей и взрослых, реально существующего радиационного фактора.
- отсутствие у населения знаний о методах индивидуальной противорадиационной защиты.

Пути поступления радионуклидов в организм человека.

В результате аварии на ЧАЭС в 1986 году в окружающую среду было выброшено около 180 млн. Ки радиоактивных веществ, из которых наибольшее количество составили короткоживущие радионуклиды I-131 и долгоживущие Cs-137 [9]. Кроме данных радионуклидов, рассматривается также Sr-90.

По официальным сведениям после аварии на ЧАЭС, только с учетом загрязнения радиоцезием, территория бывшего СССР (в настоящее время это территория Украины, Республики Беларусь, Российской Федерации) составила в 1986 году: с плотностью 1480 кБк /м² – 3,1 тыс. км², с плотностью 555-1480 кБк /м² – 7,1 тыс. км², с плотностью 185-555 кБк /м² – около 17,9 тыс. км², с плотностью 37-185 кБк/м² - 76,1 тыс. км². На 1.01.1996 года площадь загрязнения радиоцезием с плотностью более 37 кБк/м² составляла уже около 145 тыс. км² [10].

В настоящее время в Украине к зонам радиоактивного загрязнения отнесено 2293 населенных пункта, в которых проживает 2151,8 тыс. человек, из них 498,1 тыс. детей в возрасте до 17 лет включительно (по данным Госкомстата Украины по состоянию на 1 января 2011 года [11]). Площадь территории, отнесенной к зонам загрязнения, составляет 53,5 тыс. км², в т.ч. 25,4 тыс. км² лесов [12].

С данных территорий радионуклиды поступают в организм человека, главным образом, по пищевым цепочкам в составе продуктов питания (рис.1).

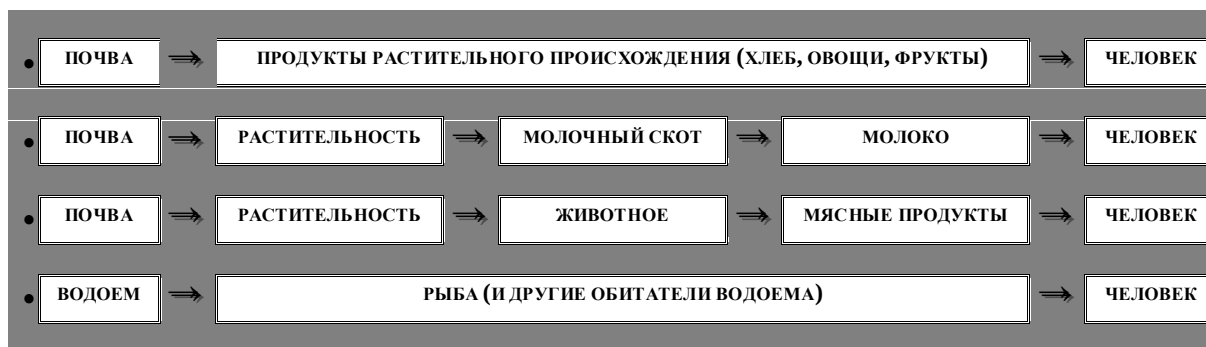


Рис.1. Основные пути поступления радионуклидов в организм человека по пищевым цепочкам.

В первую очередь это касается радиоактивного цезия и стронция. В настоящее время доза внутреннего облучения населения Украины формируется на 70-95 % за счет загрязнения радионуклидами пищевых продуктов, на 4 % - за счет загрязненной питьевой воды и на 1 % - за счет загрязнения воздуха [13]. В случае, когда возникают лесные пожары на территориях, интенсивно загрязненных радионуклидами, загрязненность воздуха радиоактивными элементами может иметь большее значение в облучении населения, проживающего не только в зоне радиоактивного загрязнения, но и на значительных расстояниях от него. В составе продуктов питания радиоактивные элементы могут распространяться далеко за пределы пораженной территории, вследствие чего радиоактивному воздействию могут подвергаться люди, официально не относящиеся к группе пострадавших от аварии на ЧАЭС, но по существу таковыми являющимися.

Длительность радиационного воздействия на население Украины, Республики Беларусь и другие страны

При оценке последствий аварии на ЧАЭС, следует подчеркнуть совпадение карт загрязнения радиоактивным цезием территории Республики Беларусь и Украины в доаварийный (60-е годы прошлого столетия), и послеаварийный периоды [1, 8], что свидетельствует о том, что население Европейской части бывшего СССР постоянно получало с продуктами питания большое количество радиоактивных элементов задолго до 1986 года (рис. 2). Таким образом, период радиационного воздействия на население Украины и Республики Беларусь составляет более 50 лет.



Рис. 2. Содержание Cs-137 в коровьем молоке на территории Белорусско-Украинского Полесья в 60-х годах XX-го столетия [1].

Воздействие инкорпорированных радионуклидов Cs-137 на организм человека. Синдром инкорпорированных долгоживущих радионуклидов.

На протяжении многих лет в научной литературе указывалось на то, что радионуклиды Cs-137, при проникновении в организм человека и животных, поглощаются в основном, скелетной мускулатурой [14].

Научные исследования, проведенные коллективом Гомельского государственного медицинского университета (института) в период 1990-1999 годов, показали одновременную инкорпорацию радионуклидов Cs-137 жизненно важными органами человеческого организма (рис. 3), с последующим нарушением обмена веществ [15-23]. Данный факт объясняет патогенное действие относительно небольших количеств инкорпорированных в организм радионуклидов Cs-137. Однако, при этом, в отдельных органах концентрация радионуклидов может быть очень высокой (рис. 3).

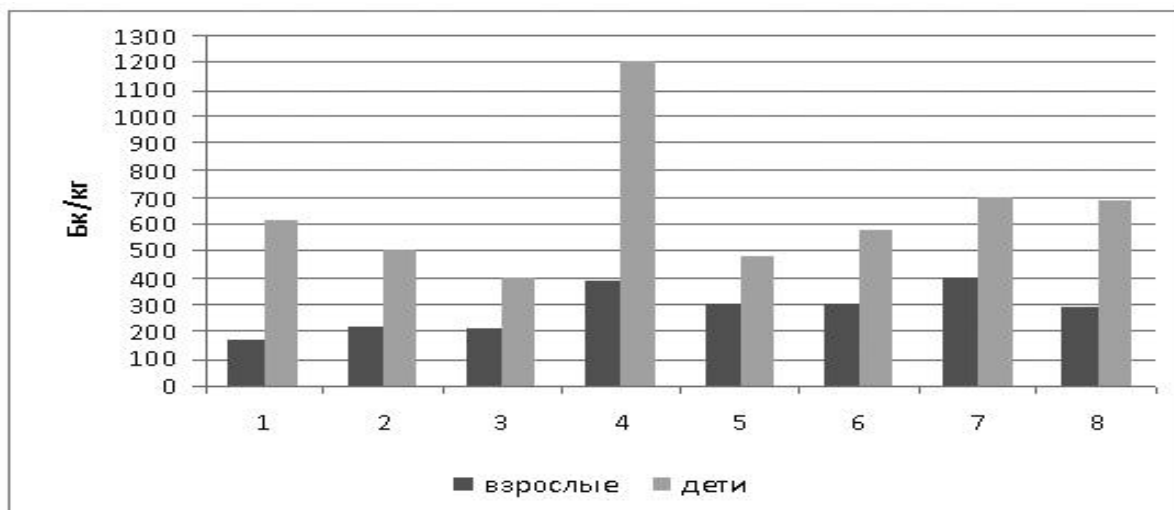


Рис.3. Накопление радионуклидов Cs-137 (Бк/кг) во внутренних органах взрослых и детей, погибших в 1996-1998 гг. [23]. (На графике цифрами обозначены: 1.-миокард, 2. – головной мозг, 3. – печень, 4. – щитовидная железа, 5. – почки, 6 – селезенка, 7. – скелетные мышцы, 8 – тонкая кишка).

Повреждающее действие на ультраструктурные элементы клетки могут оказывать:

1. *Ионизирующее излучение, образующееся вследствие распада радиоактивных элементов* (Cs-137 распадается до бария-137 (Ba-137), выделяя β -лучи, а затем Ba-137 распадается до нерадиоактивного Ba, выделяя γ -излучение). С ионизирующим излучением связывают, прежде всего, воздействие на геном клетки [24-26].
2. *Нераспавшиеся радионуклиды Cs-137* [27];
3. *Элемент Ba, образовавшийся вследствие распада Cs-137 в организме человека* [28-30].

Исходя из этого, следует рассматривать радиоцезий, как:

- 1. источник мутационных процессов в соматических клетках, что является одной из основных причин роста злокачественных новообразований;
- источник мутационных процессов в половых клетках, что является основой для формирования патологических процессов антенатального и постнатального развития последующих поколений.
- фактор, нарушающий энергетические процессы в клетках жизненно важных органов детского и взрослого организмов.

В условиях длительного воздействия инкорпорированных радионуклидов Cs-137 в организме происходят структурно-метаболические изменения, приводящие к соответствующим функциональным нарушениям. Эти изменения включают в себя элементы повреждения клеточных и межклеточных структур, и реакции на него со стороны всего организма.

Учитывая то, что одновременно длительному и постоянному воздействию радионуклидов Cs-137 подвергаются все жизненно важные органы и системы, имеющие неразрывную связь метаболических процессов, целесообразно выделять синдром инкорпорированных долгоживущих радионуклидов (СИДР) [8, 16-19, 21, 22]. В зависимости от количества радионуклидов Cs-137, содержащихся в организме, можно выделить следующие общие патологические эффекты:

Постоянное присутствие в организме радионуклидов Cs-137 в количестве до 20 Бк/кг массы тела -

Метаболические, электрофизиологические, функциональные изменения в органах и тканях при наличии скрытой генетической предрасположенности (на основе недостаточной активности генов).

Постоянное присутствие в организме радионуклидов Cs-137 в количестве 20-50 Бк/кг массы тела -

Состояния, характерные для 1-й группы, а также дистрофические изменения в клетках, тканях и органах, приводящие к их функциональной недостаточности.

Постоянное присутствие в организме радионуклидов Cs-137 в количестве свыше 50 Бк/кг массы тела -

Состояния, характерные для 1-й и 2-й групп, а также дистрофия и некроз клеток жизненно важных органов, приводящие к развитию тяжелых патологических состояний.

Со стороны отдельных органов и систем наблюдаются характерные патологические состояния, частота и степень выраженности которых находится в прямо пропорциональной зависимости от количества радионуклидов в организме.

Сердечно-сосудистая система -

Повреждение миокарда:

1. Дистрофические и некробиотические изменения диффузного характера (изменение поляризационных свойств кардиомиоцитов, деструкция сократительного аппарата кардиомиоцитов контрактильного типа в виде участков пересокращения миофибрилл, без выраженного лизиса, набухание, гиперплазия и гипертрофия митохондрий, снижение активности креатинфосфокиназы, увеличение активности аспаратамиотрансферазы сыворотки крови) [15-22, 31, 32].

2. Нарушение проведения электрического импульса по проводящей системе, приводящее к нарушениям сердечного ритма. Частота электрокардиографических изменений находится в прямо-пропорциональной зависимости от количества радионуклидов Cs-137 в организме (рис. 4).

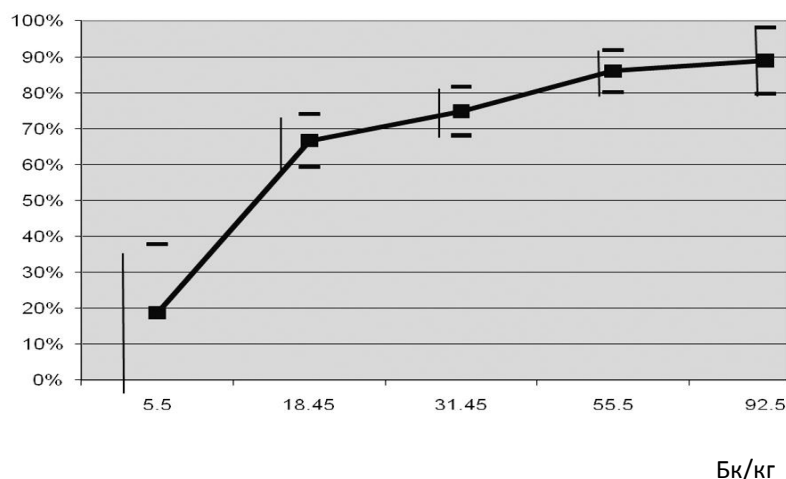


Рис. 4. Зависимость между частотой электрокардиографических изменений и содержанием радионуклидов Cs-137 в организме детей [2, 8, 20, 22, 32].

2. Повышение артериального давления [33].

Печень и обмен веществ —

1. *Нарушение обмена макроэргических соединений (снижение активности креатинфосфокиназы) [15, 32].*
2. *Нарушение липидного обмена (снижение уровня холестерина и фосфолипидов в крови) [15, 32].*
3. *Нарушение белкового обмена (снижение уровня общего белка и альбуминов, увеличение активности аланинаминотрансферазы в крови) [15, 32].*
4. *Гормональный дисбаланс (повышенное содержание глюкозы, снижение уровня кортизола в крови) [15, 32].*
5. *Нарушение минерального обмена (изменение содержания кальция в крови) [15, 32].*

Мочевыводящая система -

Структурно-функциональные изменения почек, в виде повреждения гломерулярного и тубулярного аппарата, приводящие к увеличению содержания в крови мочевины [8, 15].

Система иммунитета -

1. *Снижение в сыворотке крови содержания Ig A, увеличение содержания Ig M, снижение фагоцитарной активности нейтрофильных лейкоцитов [15].*
2. *Нарушение корреляционных связей между уровнями иммуноглобулинов и метаболическими показателями [8, 21, 34].*
3. *Положительная и резко-положительная аллергическая реакция на белок коровьего молока и аллергены плодов цитрусовых растений [8, 19].*

Система кроветворения -

Снижение пролиферативной способности гемопоэтического ростка, приводящее к развитию анемии и лейкопении (за счет уменьшения числа нейтрофильных лейкоцитов и моноцитов) [8, 33].

Женская репродуктивная система -

Инверсия гормонального фона в период менструального цикла (нарушение продукции эстрогенов и прогестерона) у женщин фертильного возраста, не позволяющая обеспечить зачатие ребенка [8, 15, 33, 35, 36].

Мужская репродуктивная система -

Нарушение продукции тестостерона и подавление сперматогенеза [37].

Развитие зародыша, система мать-плод-

1.Нарушение гормонального обмена в системе мать - плод, способствующее снижению жизнеспособности новорожденного ребенка [8, 33, 35, 36].

Уменьшение уровня кортизола в крови новорожденного ребенка (рис. 5.)

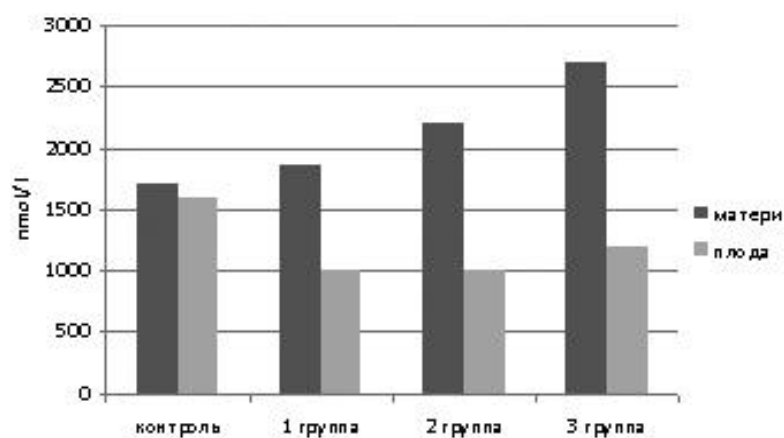


Рис.5. Содержание кортизола в крови матери и плода в основных и контрольной группах [33]. На графике обозначено: контроль – отсутствие Cs-137 в плаценте; 1 группа – накопление Cs-137 в плаценте 1-99 Бк/кг; 2 группа – накопление Cs-137 в плаценте 100-199 Бк/кг; 3 группа – накопление Cs-137 в плаценте 200 Бк/кг и более.

2. Гипоплазия костного скелета и внутренних органов зародыша [15, 33, 35, 36].

3. Врожденные пороки развития мультифакториальной группы [35, 36].

Орган зрения -

Развитие катаракты у детей [8, 33].

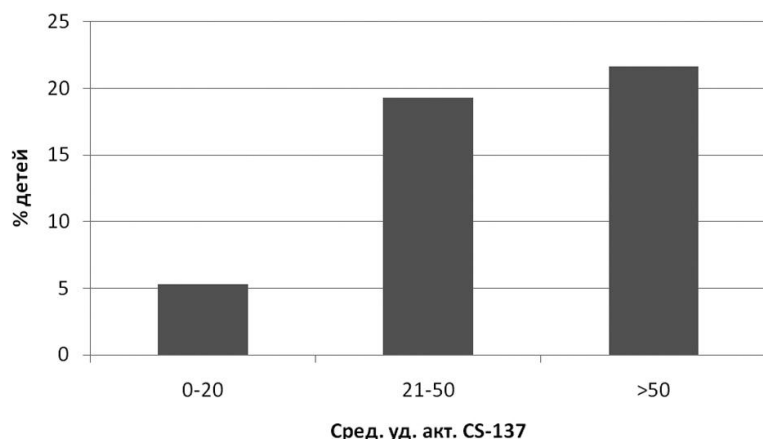


Рис. 6. Динамика катаракты у детей Ветковского района Гомельской области в 1997 году в зависимости от уровня средней удельной активности CS-137 в их организме (Бк/кг) [33].

Щитовидная железа -

1. *Нарушение метаболизма гормонов щитовидной железы в виде повышения уровня тироксина и снижения уровня трийодтиронина в сыворотке крови [32].*
2. *Положительная корреляция между количеством тироксина и иммуноглобулинов класса G в сыворотке крови [8, 34].*

Центральная нервная система -

1. *Дисбаланс нейроактивных аминокислот и биогенных моноаминов в различных отделах центральной нервной системы. Нарушение соотношения возбуждающих и тормозных трансммиттеров: глутамата и глицина [38].*
2. *Дисфункция вегетативной нервной системы, повышение тонуса симпатической нервной системы [33].*

Радионуклиды Cs-137 – фактор воздействия на процессы реализации генетической информации

Формирование груза генетических нарушений у населения европейской части бывшего СССР началось в 60-е годов прошлого столетия, когда в продуктах питания стали появляться в больших количествах радионуклиды Cs-137 и Sr-90 [1]. Результатом этого явилось увеличение числа онкологических заболеваний в данном поколении, а также числа случаев врожденных пороков развития и заболеваний детского и взрослого организма в последующих поколениях.

Радионуклиды Cs-137 способны провоцировать, при инкорпорации в организм, даже в относительно небольших количествах, фенотипическую реализацию генетических дефектов, как в период антенатального, так и постнатального развития [2, 8, 35, 36].

Согласно предложенной гипотезе это связано со способностью радиоцезия нарушать энергетические процессы в интегративных системах организма (иммунная, эндокринная, нервная), что приводит к ослаблению регуляторных процессов при реализации генетической информации. При этом, в антенатальный период развития организма возникают врожденные пороки развития, в постнатальный период развития

- патологические процессы в органах и системах, в частности, нарушения ритма сердечных сокращений [8, 35, 36].

Воздействие радионуклидов Cs-137 на систему мать-плод приводит к возникновению большого числа врожденных пороков развития, относящихся по этиологическому признаку к мультифакториальным порокам [35, 36]. Пороки данной группы возникают при наличии генетической и внешнесредовой составляющих, и представлены дефектами лицевого отдела черепа, головного мозга, органа зрения, сердца, пищеварительной и мочевыделительной систем [39]. Радионуклиды Cs-137 выступают в роли внешнесредового фактора, провоцируя реализацию генетических дефектов в виде врожденных пороков развития [35, 36].

Роль нормативных документов, регламентирующих содержание радионуклидов в пищевых продуктах, в защите здоровья людей.

На территории СССР и бывших советских республик - Беларуси, Украины, Российской Федерации до аварии на ЧАЭС в 1986 году регламентация поступления радионуклидов в организм человека осуществлялась согласно документам «Нормы радиационной безопасности НРБ-76» (1981 г.) и «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» ОСП-72/80. Новая редакция этих нормативных документов была введена в СССР в 1987 г. [40].

В них приводились пределы годового поступления в организм конкретных радионуклидов, при этом, величина дозы за счет, так называемого, природного радиационного фона составляла: для взрослых – 2 мЗв/год, для детей – 3 мЗв/год.

Под природным фоном составители данных документов, видимо, подразумевали радионуклиды Cs-137 и Sr-90, зарегистрированные в огромном количестве в составе продуктов питания на территории Республики Беларусь, Украины, стран Балтии в 60-е и последующие годы прошлого столетия [1].

В случае коммунальных радиационных аварий, когда отмечается высокий уровень загрязнения радионуклидами территории и, соответственно, резко возрастает вероятность поступления их в пищевые продукты и воду, Министерством здравоохранения (МЗ) устанавливаются временные допустимые уровни (ВДУ) содержания тех или иных радионуклидов в расчете на килограмм массы пищевого продукта или литр воды.

После аварии на ЧАЭС 26 апреля 1986 года, Министерство здравоохранения СССР 6 мая 1986 г. утвердило «Временное допустимое содержание радиоактивного йода-131 в питьевой воде и продуктах питания» (молочные продукты, рыба, зелень столовая) на период ликвидации последствий аварии, а 30 мая 1986 г. утвердило временно допустимые уровни (ВДУ) содержания радиоактивных веществ в продуктах питания [41]. Согласно данного нормативного документа разрешалось содержание радиоцезия в молоке и питьевой воде до 370 Бк/л, хлебе и хлебобулочных изделиях – до 370 Бк/кг, муке, крупах и сахаре до 1850 Бк/кг, в сухом молоке, мясных продуктах, картофеле, корнеплодах, овощах, фруктах и садовых ягодах до 3700 Бк/кг, в растительных и животных жирах до 7400 Бк/кг, в свежих грибах до 18500 Бк/кг.

Указанные ВДУ действовали на территории всего СССР, вследствие чего радиоактивные элементы могли поступать в больших количествах, в составе продуктов питания в организм каждого жителя этой страны. Пересмотр ВДУ-86 проводился несколько раз в течение послеварийных лет с целью ограничения облучения населения за счет компоненты внутреннего облучения.

При этом, допустимая за первый год после аварии, эквивалентная доза внутреннего облучения, на которую были рассчитаны эти нормативы, составляла 50 мЗв, за второй год – 15 мЗв, за третий и четвертый годы – по 7 мЗв [42].

Составители ВДУ-88 разрешили содержание радиоцезия в воде питьевой до 18,5 Бк/л, в молоке до 370 Бк/л, в мясе говядины до 2960 Бк/кг, в мясе свинины и птицы до 1850 Бк/кг, в картофеле до 740 Бк/кг, в муке, крупах и сахаре до 370 Бк/кг, в растительных и животных жирах до 370 Бк/кг, в овощах, корнеплодах, фруктах и садовых ягодах до 740 Бк/кг, в свежих грибах до 1850 Бк/кг, в сушеных грибах до 11000 Бк/кг [43].

На территории Гомельской области БССР (Республика Беларусь с 1992 года) в 1988 и 1990 гг. были узаконены и применялись, так называемые, контрольные уровни, согласно которым содержание радионуклидов Cs-137 было существенно снижено, по сравнению с ВДУ-88, в мясе свинины и говядины до 590 и 370 Бк/кг соответственно, в картофеле и корнеплодах – до 590 Бк/кг, в жирах растительных и животных, овощах и корнеплодах, фруктах и садовых ягодах до 185 Бк/кг, в свежих грибах до 370 Бк/кг, в сушеных грибах до 3700 Бк/кг.

В Республике Беларусь с 1992 года стали действовать республиканские допустимые уровни (РДУ). Они подвергались коррекции в 1996 и 1999 годах.

РДУ Республики Беларусь, утвержденные в 1999 году, допускают содержание радиоактивного цезия в воде питьевой не более 10 Бк/л, в молоке не более 100 Бк/л, в твороге не более 50 Бк/кг, в коровьем масле не более 100 Бк/кг, в мясе говядины и баранины не более 500 Бк/кг, в свином мясе и мясе птицы не более 180 Бк/кг, в картофеле и корнеплодах – не более 80 Бк/кг, в животных жирах, овощах не более 100 Бк/кг, муке, крупах и сахаре – не более 60 Бк/кг, хлебе и фруктах – не более 40 Бк/кг, в дикорастущих ягодах – не более 185 Бк/кг, в свежих грибах не более 370 Бк/кг, в сушеных грибах – не более 2500 Бк/кг. Специализированные продукты детского питания в готовом для употребления виде не должны содержать радионуклиды Cs-137 в концентрации более 37 Бк/кг [43].

В Украине, в 1997 и 2006 годах были разработаны и применяются, так называемые, государственные уровни (ГУ) содержания радионуклидов в продуктах питания, в основу которых, как и в Республике Беларусь, и в Российской Федерации, была положена доза в 1 мЗв/год, рекомендованная Международной комиссией радиационной защиты в качестве дозовой границы облучения населения [44]. Основанием для такого решения явились рекомендации Всемирной организации здравоохранения о том, что если удельная радиоактивность рациона питания за счет Cs-137 не превышает 299 Бк/кг, все радиозащитные мероприятия, касающиеся снижения вреда для организма человека являются безосновательными [42].

Согласно ГУ Украины (2006 г.), допустимо содержание соответственно Cs-137 и Sr-90, в картофеле не более 60 и 20 Бк/кг, в свежих овощах не более 40 и 20 Бк/кг, в молоке не более 100 и 20 Бк/л, в яйцах не более 100 и 30 Бк/кг, в фруктах и ягодах – не более 70 и 10 Бк/кг, в мясе – не более 200 и 20 Бк/кг, в зерне злаковых культур - не более 50 и 20 Бк/кг, в зерне бобовых культур - не более 50 и 30 Бк/кг, в свежей рыбе – 150 и 35 Бк/кг.

Таким образом, в Республике Беларусь, Украине, Российской Федерации - странах наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции в 1986 году, законодательно закреплено постоянное присутствие значительного количества радиоактивных цезия и стронция в продуктах питания, а значит, и в организме человека. Это подтверждают результаты радиометрического обследования населения. В организме детей дошкольного возраста в городах Гомель (территория, пострадавшая от аварии на ЧАЭС) и Гродно (территория Западной Беларуси, официально признанная

«чистой») в период 1992-1994 годов находилось, в среднем, около 30 Бк/кг радионуклидов Cs-137, при этом, частота нарушений сердечной деятельности составляла соответственно 72,25 и 66,35 % [32].

Складывается такое впечатление, что создатели ВДУ, РДУ и ГУ учитывали не столько опасность для здоровья человека тех, или иных количеств радионуклидов в продуктах питания, сколько количество радионуклидов, которое регистрировалось в сельскохозяйственной продукции в конкретный период времени. Объяснялось это, существующими экономическими проблемами.

Изменение требований РДУ в сторону ужесточения проводилось после того, как в сельскохозяйственной продукции происходило уменьшение содержания радионуклидов за счет естественного распада.

Несомненно то, что существующие на протяжении всех 28 лет после аварии на ЧАЭС, инструкции о допустимых уровнях радиации способствовали обману населения, которое было лишено информации о негативном влиянии на здоровье человека радионуклидов, содержащихся в продуктах питания, и о мерах противорадиационной защиты.

Гамма и бета излучение от распада инкорпорированных в организм радионуклидов приравнивалось составителями данных норм к внешнему радиоактивному облучению организма, что совершенно неверно.

Воздействие инкорпорированных радионуклидов Cs-137 и Sr-90 более опасно для организма человека и животных по сравнению с внешним радиационным воздействием, обусловленным распадом тех же элементов. Это, в частности, подтверждается исследованиями, проведенными белорусскими и украинскими учеными, в ходе которых были обнаружены сходные структурно-метаболические изменения в миокарде крыс, при их внешнем облучении в дозе 6 Гр, и при содержании в организме радионуклидов Cs-137 в концентрации $63,35 \pm 3,58$ Бк/кг [8, 18, 31, 45]. Аналогичный вывод сделан исследователями нейромедиаторного обмена в различных отделах головного мозга экспериментальных животных. В больших полушариях головного мозга данных животных картина изменения фона биогенных аминов была характерной для воздействия среднететальных и сверхлетальных доз внешнего радиационного воздействия (торможение серотониновой системы и ранняя активация ГАМК (гамма-аминомасляная кислота)-системы) [38].

Даже относительно небольшие количества радионуклидов, содержащиеся в продуктах питания, могут быть причиной нарушений течения беременности, развития плода и новорожденного.

При употреблении беременными лабораторными животными - сирийскими хомячками, в пищу зерна овса, выращенного в 2011 году, на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции - в Иванковском районе Киевской области Украины, и содержащего в своем составе радионуклиды Cs-137 и Sr-90 в концентрации 49,8 и 17,2 Бк/кг соответственно (что, в отношении данного пищевого продукта соответствует ГУ Украины от 2006 года), регистрировалась тяжелая патология плода и новорожденного, в виде врожденных пороков развития (в 41,2 % случаев беременности), прерывания беременности в связи с гибелью зародышей (в 43,3 % всех случаев оплодотворения) [46], изменения состояния кроветворной системы у детенышей, перешедших на самостоятельное питание, в виде уменьшения количества эритроцитов и содержания гемоглобина. Выявлена отрицательная корреляционная зависимость между количеством лейкоцитов в периферической крови и количеством Ва (продукт распада Cs-137) в печени данных животных ($r_s = -0,733$, $p < 0,05$) [47].

При проведении элементного анализа было выяснено то, что в зерне овса, которое получали в качестве пищевого продукта указанные лабораторные животные, содержание бария (Ba), марганца (Mn), стронция (Sr), фосфора (P), железа (Fe), ванадия (V), бора В было больше, чем в зерне овса, которым кормили животных контрольной группы [46]. Однако, в ткани печени беременных самок, получавших в качестве корма вышеуказанное зерно, содержание селена (Se), фосфора (P) и бора (B) было меньше, чем у самок контрольной группы [48]. В ткани печени 45-дневных детенышей подопытной группы, содержание селена (Se), фосфора (P), железа (Fe), ванадия (V) и бора (B), было также меньше, чем у животных контрольной группы аналогичного возраста [47]. Исходя из этого, можно отметить то, что радиационно-химическое воздействие, осуществленное посредством пищевого продукта – зерна овса, выращенного на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной электростанции, способствовало формированию полиэлементной недостаточности у потомства сирийских хомячков во взрослом состоянии, и, как следствие, нарушению функционирования органов и систем, в том числе, системы кроветворения.

Полученные результаты обращают внимание на необходимость оценки роли радиационно-химического фактора, присутствующего в почве, даже спустя четверть века после аварии на ЧАЭС, в жизнедеятельности и репродуктивных потерях человека. При этом, коренным образом должны измениться подходы к установлению государственных нормативов содержания радиоактивных элементов и продуктов их распада в продуктах питания, особенно для беременных женщин и детей.

Роль радиоцезия в возникновении патологии щитовидной железы.

В реальных условиях последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции на организм человека и животных оказывает воздействие комплекс радиоактивных элементов.

Всемирной организацией здравоохранения официально признана роль радионуклидов I-131 в индукции злокачественных новообразований щитовидной железы, однако, при этом, не было учтено воздействие радиоактивного цезия на данный орган [8, 23], что не позволяет говорить о достоверности информации, касающейся доз радиации, полученных населением.

В тоже время, существует точка зрения о том, что именно сочетанное воздействие радионуклидов Cs-137 и I-131 явилось причиной возникновения канцерогенных эффектов данного органа у жителей районов, пострадавших от Чернобыльской катастрофы [2, 8]. Следует отметить то, что в данном процессе, в первые годы после аварии на ЧАЭС, активно участвовал радиоактивный цезий «дочернобыльского» происхождения, регистрируемый в продуктах питания жителей Республики Беларусь и Украины, начиная с 60-х годов прошлого столетия [1].

Присутствие радионуклидов Cs-137 в организме людей создает реальную опасность возникновения у них рака щитовидной железы в случае возникновения новых аварий на атомных станциях, сопровождающихся выбросом радионуклидов I-131.

В этой связи, население Республики Беларусь, Украины и ряда других стран, подвергающееся постоянному воздействию радионуклидов Cs-137, будет составлять группу риска по раку щитовидной железы.

Роль йодного дефицита в возникновении рака щитовидной железы.

Следует отметить значительную роль йодного дефицита в процессах онкогенеза щитовидной железы. У жителей ряда регионов Республики Беларусь и Украины (Белорусско-Украинское Полесье) имеется хроническая недостаточность йода в организме, что создает условие для инкорпорации щитовидной железой радиоактивного йода. При сочетанном действии на щитовидную железу радиации и эндемии по йоду тиреоидная патология возникает чаще, в более ранние сроки и в значительно более тяжелых формах, чем только при облучении или эндемии [49].

Сочетанное воздействие радионуклидов Cs-137 и других внешнесредовых факторов.

Проблема защиты здоровья населения, проживающего на территории, пострадавшей от аварии на Чернобыльской атомной станции, состоит в том, что кроме радиоактивных элементов, в окружающей среде содержатся различного рода поллюциды, являющиеся следствием хозяйственной деятельности.

В частности, в грунтах ряда районов Киевской области Украины обнаружено повышенное содержание таких химических элементов как, барий, хром, никель, кобальт, ванадий, медь, цинк [50]. Сочетанное действие радиационного и нерадиационного факторов оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека.

В 1986 году в ходе операции по гашению пожара в реакторе Чернобыльской АЭС в него было сброшено с вертолетов несколько тысяч тонн свинца (от 2400 до 6720 тонн) [9], что впоследствии привело к выраженному загрязнению биосферы данным агентом. В последующие годы повышенное содержание данного элемента регистрировалось в зерновых культурах и кормовых травах на территории Гомельской области, и превышало санитарную норму в 1,5-3,2 раза [51]. Следствием данного процесса явилось повышенное содержание свинца в крови у детей, проживающих на данных территориях [52, 53].

При попадании в организм свинец повреждает анаэробный энергетический цикл в клетках крови, а также нарушает синтез порфиринов, входящих в состав ферментного комплекса цитохром 450, участвующего в синтезе стероидных гормонов, в частности, гормона коры надпочечников – кортизола [54].

Таким образом, свинец совместно с Cs-137, нарушает процессы энергетического обмена в организме. У детей, при этом, происходит блокада проведения электрического импульса по проводящей системе сердца, проявляющаяся различными нарушениями ритма сердечных сокращений [8, 20, 22].

Воздействие радиоактивных элементов снижает резистентность сельскохозяйственных животных в отношении возбудителей инфекционных заболеваний. В связи с этим, для предупреждения падежа скота, производители сельскохозяйственной продукции применяют высокоактивные соединения (антибиотики, гормональные препараты). Впоследствии указанные вещества, поступая в организм человека с продуктами питания, вызывают возникновение патологических состояний и тяжелых заболеваний. В частности, гормональные препараты, при попадании в развивающийся детский организм, способствуют нарушению формирования эндокринной составляющей половой системы. Наиболее уязвимым оказывается развивающийся организм, интенсивно потребляющий многие элементы, в том числе, и радионуклиды. Таким образом, в условиях длительного воздействия радиационных агентов на население, последнее сталкивается с дополнительным воздействием нерадиационных факторов.

Следует отметить негативное влияние на здоровье людей химических соединений (соединения азота), содержащихся в минеральных удобрениях, интенсивно применяемых в сельскохозяйственной практике.

Энергетический дефицит, вызванный инкорпорацией в жизненно важные органы радионуклидов Cs-137, усугубляет течение существующих заболеваний, а также воздействие на организм алкоголя, никотина и другие неблагоприятных для здоровья внешних агентов.

Мероприятия по защите здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения окружающей среды радиоактивными элементами.

В нашем понимании, противорадиационная защита населения должна строиться с учетом опасности для человеческого организма даже относительно небольших количеств инкорпорированных радиоактивных элементов, а также, продуктов их распада (В частности, нарушение ритма сердечных сокращений у детей регистрируется при содержании радионуклидов Cs-137 в организме в количестве 20-30 Бк /кг [32]).

А. Основные элементы системы защиты здоровья населения, длительно проживающего на территории, загрязненной радиоактивными элементами.

1. Предупреждение поступления радиоактивных элементов в организм человека. Постоянный и регулярный радиометрический контроль населения и продуктов питания. Выявление лиц, содержащих в значительных количествах радиоактивные элементы в организме.

Первостепенным звеном защиты здоровья людей является создание эффективной системы противодействия проникновению в их организм радионуклидов. На это должны быть направлены усилия государственных и общественных организаций, занимающихся оказанием помощи населению, подвергнутому радиационному воздействию. Основную роль играет радиационный контроль населения, продуктов питания и территории хозяйствования. Следует подчеркнуть важность государственных актов, запрещающих наличие радионуклидов в продуктах питания для населения. Очень важно, чтобы радионуклиды не содержались в продуктах питания, так как даже относительно, небольшие количества таких радионуклидов, как Cs-137 и Sr-90, способны вызвать в организме человека развитие тяжелых патологических процессов. Особенно важно предупредить попадание радиоактивных агентов в детский организм.

Контроль содержания радионуклидов в продуктах питания должен осуществляться специализированными структурами государственных санитарно-гигиенической и ветеринарной служб, оснащенными соответствующим радиометрическим оборудованием.

Необходимо проводить регулярный радиологический контроль населения, проживающего на территории, загрязненной радиоактивными элементами. На наш взгляд, наиболее приемлем вариант совмещения его вместе с ежегодной оценкой

состояния здоровья на базе медицинского учреждения поликлинического учреждения. Для населения восточноевропейских стран целесообразно проведения таких исследований дважды в год - весной и осенью. По результатам данного исследования формируется группа риска, в которую входят лица, имеющие в своем организме радионуклиды Cs-137 в концентрации 30 и более Бк/кг массы тела.

1. Оценка основных показателей обмена веществ и состояния жизненно важных органов у детей и взрослых из группы риска.

Лица, имеющие в своем организме радионуклиды Cs-137 в концентрации 30 и более Бк/кг, подлежат углубленному лабораторно-инструментальному обследованию, которое должно включать:

1. Общий анализ крови;
2. Общий анализ мочи;
3. Определение метаболических показателей в сыворотке крови (общий белок, альбумины, аспаратаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, кальций, калий, глюкоза, кортизол, фосфолипиды, холестерин, мочевины, креатинин, тироксин, трийодтиронин).
4. Электрокардиографическое исследование;
5. Ультразвуковое исследование основных систем организма;
6. Определение состояния иммунной системы.

А. Определение абсолютного и относительного содержания лимфоцитов периферической крови;

Б. Определение количества Т- и В- лимфоцитов;

В. Определение уровня иммуноглобулинов основных классов (Ig G, Ig M, Ig A);

Г. Определение фагоцитарной активности нейтрофильных лейкоцитов;

7. Определение аллергической настроенности организма в отношении банальных пищевых агентов (белок коровьего молока, плоды цитрусовых растений).

2. Регулярный контроль содержания химических элементов в продуктах питания и питьевой воде.

Учитывая опасность сочетанного воздействия радиационного и химического факторов на организм человека, следует проводить регулярный анализ содержания таких химических элементов как свинец, барий, марганец, хром, никель, кобальт, ванадий, медь, цинк в продуктах питания и питьевой воде. В случае обнаружения содержания указанных элементов в концентрациях выше предельно допустимых значений источник получения данных продуктов должен быть подвергнут тщательной экспертизе.

3. Декорпорация и медицинская коррекция обмена веществ, нарушенного вследствие постоянного воздействия радиоцезия на жизненно важные органы и системы.

Прежде всего, нужно убедиться в наличии радионуклидов в организме. Для этого производится радиометрическое исследование с использованием счетчика, регистрирующего гамма-излучение.

Определение радионуклидов в продуктах питания позволит выявить источник радионуклидов и впоследствии избежать новых радиационных воздействий.

Если не будет новых поступлений, организм через определенный период времени (для каждого человека он имеет свои индивидуальные особенности в зависимости от состояния здоровья и физиологических особенностей, в среднем период

полувыведения радионуклидов Cs-137 из организма составляет 40-50 дней) естественным путем избавиться от радионуклидов Cs-137.

Следует учесть различную степень инкорпорации радионуклидов Cs-137 мужским и женским организмом, взрослыми и детьми. Особенно тщательно нужно следить за поступлением радионуклидов Cs-137 в организм беременной женщины, так как система мать - зародыш особенно интенсивно инкорпорирует различные микроэлементы, в том числе и радионуклиды [15, 33].

В процессах выведения из организма радионуклидов Cs-137 и других шлаков первостепенную роль играют почки. Поступление радионуклидов Cs-137 в организм на протяжении длительного периода времени приводит к повреждению данного органа. Резервные возможности восстановления структуры и функции почек достаточно высокие, но они не беспредельны. С течением времени количество функционирующих нефронов уменьшается, развивается почечная недостаточность, при которой происходит задержка выведения из организма чужеродных соединений и азотистых шлаков.

Декорпорация радионуклидов Cs-137 является эффективным методом профилактики вышеуказанных патологических процессов.

Эффективным средством очистки организма от радионуклидов и шлаков является гемосорбция.

Выведение радионуклидов из организма, как и чужеродных соединений, возможно с помощью энтерально - поступающих агентов, получивших название энтеросорбенты. Данные соединения способны к связыванию радионуклидов в просвете кишечной трубки и выведению из организма с каловыми массами. В зависимости от химического строения существуют различные группы сорбентов. В плане выведения радиоцезия из организма следует обратить внимание на сорбенты органической или органически-неорганической природы, в частности соединения группы пектинов – растительных белков и глины [33].

Однако, следует подчеркнуть недостаточную изученность влияния сорбционных препаратов на обмен веществ человека и животных, особенно, при их длительном употреблении.

Мы считаем, что применять сорбционные препараты следует в случае высоких концентраций радиоцезия в организме (свыше 50 Бк/кг) и короткими курсами - не более 2-3 недель, так как существует опасение того, что они способны выводить из организма полезные для него элементы и соединения.

Учитывая специфику воздействия радионуклидов Cs-137 на организм, и развивающиеся в связи с этим, взаимозависимые изменения в жизненно важных органах и системах, необходимо предостеречь от грубого вмешательства в обмен веществ с помощью средств, биологическое действие которых недостаточно изучено, в том числе, и сорбционных препаратов.

Конкретные рекомендации по методам общеукрепляющей терапии, должны быть согласованы с врачом, осуществляющим лечение конкретного пациента. Несомненно то, что они обязательно должны включать прием витаминных препаратов, прежде всего, антиоксидантов (витамины А, Е, С), витаминов группы В, эссенциальных микроэлементов, обменного калия и кальция, недостаточность которых ощущается в организме жителей ряда регионов Украины и Республики Беларусь, в связи с особенностью почв. Следует обратить внимание на необходимость постоянного обеспечения организма селеном, железом и кобальтом.

Учитывая постоянный дефицит йода у жителей Белорусско-Украинского Полесья, одной из важных профилактических мер рака щитовидной железы является обеспечение их достаточным количеством легко усвояемого органического йода.

Одним из наиболее эффективных методов профилактики йоддефицитных состояний и полигипомикроэлементозов является использование в рационах специальных пищевых продуктов и диетических добавок с морскими водорослями. В тканях водорослей содержатся (на сухое вещество) органические вещества (77-86 %); клетчатка (12,3-21,3 %); азотистые вещества (6,5-13,8 %); пектин (10-15 %); альгиновая кислота (15-38,1 %); маннит (4-18 %); минеральные соли (14-23 %); макро- и микроэлементы.

Водоросли способны концентрировать кальций, натрий, калий, фосфор, железо («макроэлементы»), йод, никель, медь, марганец, цинк, кобальт, хром, селен, ванадий, титан, молибден (биогенные «микроэлементы»), во много раз превышающее их содержание в окружающей воде и наземных растениях. Йод накапливается в водорослях в виде, как органических соединений (в связанной форме с белками и полисахаридами), так и неорганических солей разных металлов, причем важно то, что йод в биологических комплексах более доступен организму, чем растворы его неорганических солей (соединения йода с KI , KIO_3) [55].

За годы, прошедшие с момента аварии на ЧАЭС, разработано и исследовано, как на животных, так и на людях, проживающих в эндемично опасных зонах, более 100 блюд, кулинарных изделий и диетических добавок с ламинарией, цистозирой, зостерой и спироуллиной [56].

5. Организация системы индивидуального диетического и рационального питания населения, с целью коррекции обмена веществ, нарушенного вследствие воздействия радиоцезия на жизненно важные органы и системы, с учетом индивидуальной оценки состояния здоровья.

При длительном воздействии инкорпорированных радионуклидов в организме человека происходит ряд существенных структурно-метаболических изменений, не позволяющих отнести их в группу физиологических, или компенсаторно-приспособительных процессов. Эти, несомненно, патологические состояния, лежат в основе тяжелых заболеваний. Особое внимание следует обратить на повреждение иммунной системы, играющей одну из ведущих ролей в общей резистентности организма [8, 34]. Вследствие данного процесса происходит формирование извращенной реакции организма не только на многие чужеродные соединения, но и на банальные пищевые агенты, в частности белок коровьего молока и цитрусовые [8, 19].

В этих условиях необходимы меры лечебно-профилактического характера, призванные обеспечивать защиту населения в ситуации, когда предотвратить воздействие облучения своевременно не удалось. Состав пищевых рационов способен оказывать решающее воздействие на реакции организма при длительном внутреннем облучении малыми дозами. Регулирование поступления радионуклидов во внутреннюю среду организма путем включения в рацион продуктов и веществ, обладающих радиозащитным, иммуноактивирующим или адаптогенным действием является реальным путем снижения последствий внутреннего облучения организма. На основании современных достижений радиационной биологии и гигиены, результатов наблюдений, выполненных в контролируемых регионах, сформулирована **формула радиозащитного питания**, которая включает изменение формулы протеинового, липидного, витаминного, минерального питания, обогащенного белками как носителями SH-групп, полиненасыщенными жирными кислотами, сложными некрахмальными углеводами (полисахаридами), минеральными солями и витаминами (рис. 7) [57].



Рис.7. Формула радиозащитного питания.

Лечебно-профилактическое питание в условиях радиоактивного загрязнения должно быть сбалансированным, разнообразным и включать:

1. Вещества, блокирующие действие радионуклидов в желудочно-кишечном тракте (калий, кальций, йод, витамин В₂, железо), которые действуют по механизму замещения соответствующих радиоактивных изотопов ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ¹³¹I, ⁶⁰Co, ²³⁸Pu, ²³⁹Pu.

2. Пищевые волокна (клетчатка, альгинаты, пектины, лигнин), которые связываются с радионуклидами, образуя нерастворимые комплексы, и выводят их из организма.

3. Антиоксиданты (витамины А, С, Е, В₁, В₂, В₆, РР, К, каротиноиды, флавоноиды, антоцианиды, полифенолы, фосфолипиды, катехины), вещества, взаимодействующие со свободными радикалами и нейтрализующие их повреждающее действие на клеточные мембраны.

4. Продукты, содержащие иммунокорректоры (цинк, витамины В₂, С, кверцетин, апилак, глицерам, пчелиная пыльца).

5. Макро - и микронутриенты (калий, кальций, йод, селен, железо, кобальт, магний, медь, цинк и др.) и биологически активные вещества (флавоноиды, эллаговая кислота, растительные индолы, терпеноиды, каротиноиды, псоралены и другие фукокумарины), которые улучшают деятельность кроветворной, нервной, сердечно-

сосудистой, эндокринной систем и способствуют регуляции обмена веществ в организме.

6. Препараты, нормализующие работу желудочно-кишечного тракта (лактобактерии, бифидум- и ацидофильные бактерии).

7. Экологически чистые продукты¹.

В связи с трудностью получения экологически чистой продукции после аварии на ЧАЭС возникла необходимость обогащения пищевых продуктов веществами, блокирующими всасывание радионуклидов, снижающими коэффициенты накопления их в организме, ускоряющими выведение или повышающими устойчивость организма к ионизирующему излучению. Такая форма донесения потребителю нужного вещества, как показал опыт, наиболее эффективна и реальна – исключается или сводится к минимуму передозировка и радиофобический эффект, гарантируется потребление населением такой добавки, или препарата.

В настоящее время разработаны рецептуры продуктов питания, снижающие, или предотвращающие всасывание радионуклидов цезия и стронция в кишечнике. Для этого, в их состав внесены добавки различных веществ – блокаторов. На основе таких продуктов создаются рационы питания с оптимальным содержанием как пищевых, так и радиозащитных веществ. В эти продукты вносятся препараты или вещества – носители витаминов, макро- и микроэлементов, белков или отдельных аминокислот, сложных углеводов.

В Украине разработано более 60 рецептов пищевых продуктов, в которые включены ферроцин, альгинат натрия или кальция, натуральные или модифицированные пектины, отдельные аминокислоты (лизин, метионин, фенилаланин), комплексы витаминов (премиксы), соли кальция, йод, отруби, кровь убойных животных, сухое обезжиренное молоко (как источник полноценного белка и солей кальция), водоросли – ламинария (морская капуста), цистозира, зостера и др. [55]. Ассортимент продуктов довольно широк: различные виды хлеба, несколько видов печенья, мармелада, конфет; консервы рыбные, рыбно-растительные, мясо-растительные, овощные и фруктовые.

В Украине, Молдове и в Республике Беларусь созданы рецептуры пищевых продуктов и блюд с добавками пектинов и пектиноносителей (яблочного, свекловичного, морковного, виноградного, тыквенного порошков) [58]. Созданы продукты с радиопротекторами, продукты с добавками рыбьего порошка как источника кальция, фосфора, магния и других минералов [59].

Данные продукты не только обладают противорадиационными свойствами, но и, в значительной степени, восполняют недостаток биологически ценных веществ, что существенным образом влияет на нормализацию функционирования иммунной, кроветворной систем и обменных процессов в организме. Мы считаем необходимым

¹Экологически чистые продукты (Organic foods) - этот термин обозначает продукты, произведенные в соответствии с нормативами "Общеввропейского соглашения по экологически чистому производству сельскохозяйственной продукции". Для присвоения конечному продукту статуса "Экологически чистый" контролирующие органы инспектируют весь путь "от зернышка до прилавка": сельскохозяйственные угодья и агротехнические приемы, посевной материал, методы переработки, упаковку. За соблюдением положений Соглашения по экологически чистому производству следят национальные сертифицирующие организации. Такой продукт определяют три параметра: экологически чистое сырье, экологически чистые ингредиенты и технологический процесс. Сегодня в Украине отсутствует такое понятие как экологически чистый продукт, нет нормативной базы, которая бы регулировала этот вопрос, нет такой отрасли сельского хозяйства, которая бы занималась экопродуктами.

рекомендовать, с учетом результатов медицинского и радиометрического обследования, разработку индивидуальных рекомендаций диетического рационального питания для населения, длительно проживающего на территории, загрязненной радиоактивными элементами, с учетом возраста, пола, физиологического состояния и состояния здоровья. Осуществление данных мероприятий позволит предупредить возникновение тяжелых заболеваний, имеющих в своей основе иммунопатологический механизм.

6. Профилактика нарушений в системе мать-зародыш как основная мера предупреждения возникновения врожденной патологии.

Способность радионуклидов Cs-137 провоцировать фенотипическую реализацию генетических дефектов в ходе антенатального и постнатального развития, должна быть учтена при разработке программ защиты здоровья населения, проживающего в течение нескольких поколений на территории, загрязненной радиоактивными элементами. При этом, необходимо исключить поступление в организм даже относительно небольших количеств данного радионуклида (20 Бк/кг), в период его антенатального и постнатального развития.

Лица, имеющие предрасположенность к возникновению патологических состояний на основе генетических дефектов, являются критической группой в условиях радиационного воздействия.

Именно на данных принципах должна строиться тактика оказания необходимой лечебной и профилактической помощи населению, проживающему на территории, подвергшейся радиационному воздействию.

Беременная женщина должна получать сбалансированное, по ряду важных показателей обмена веществ, питание. Для этого, обязательным будет являться составление индивидуального рациона питания.

Важным элементов профилактики патологии плода и новорожденного является определение аллергической настроенности матери и новорожденного ребенка к банальным пищевым агентам (белку коровьего молока), лекарственным препаратам. Для этого, следует использовать пуповинную кровь и кровь из локтевой вены матери [60].

В случае обнаружения аллергической настроенности к конкретным продуктам питания, необходимо исключить их из рациона питания, как матери, так и ребенка.

7. Обеспечение населения зон радиоактивного загрязнения продуктами питания, не содержащими в своем составе радиоактивных элементов.

Является одной из основных проблем в системе защиты здоровья населения. Необходимо выделить и использовать источники продуктов питания, которые не содержат радиоактивных элементов. Особенно важно обеспечить продуктами питания, не содержащими радиоактивные элементы, детей. Для того, чтобы организовать снабжение населения продуктами питания, не содержащими радиоактивных элементов, необходимо проведение радиометрических исследований территорий, используемых в сельскохозяйственной практике. К сожалению, не всегда и не на всей территории, пострадавшей от аварии на ЧАЭС, это было осуществлено в должной мер. Поэтому, в настоящее время актуальным остается вопрос радиологического контроля территорий проживания и хозяйствования населения.

8. Обеспечение населения зон радиоактивного загрязнения продуктами питания не содержащими в своем составе агентов, провоцирующих развитие в организме человека патологических процессов на основе аллергических и токсических реакций.

Поражение жизненно важных систем организма в результате постоянной и длительной инкорпорации радионуклидов Cs-137, должно определять соответствующую стратегию в отношении обеспечения продуктами питания населения, проживающего в районах, пострадавших от аварии на атомной электростанции. В первую очередь, следует предусмотреть комплекс мероприятий, препятствующих поступлению в организм человека, не только радионуклидов, но и высокоактивных соединений, в том числе гормонов, антибиотиков, соединений азота, т.е. тех агентов, которые широко используются в настоящее время при получении сельскохозяйственной продукции. В условиях искаженной реакции организма на указанные вещества, могут возникать патологические процессы, приводящие к гибели человеческого организма.

У взрослых, так и детей, проживающих на территории, загрязненной радионуклидами, могут возникать аллергические реакции на банальные пищевые агенты, каким является белок коровьего молока [61].

9. Разработка и использование технологий получения продуктов питания, не содержащих в своем составе радиоактивных элементов и агентов, провоцирующих развитие в организме человека патологических процессов.

Вопрос получения продуктов питания высокого качества крайне актуален для населения районов, пострадавших от аварии на ЧАЭС, и загрязненных вследствие этого радиоактивными элементами.

В районах, загрязненных радиоактивными элементами, на наш взгляд, следует исключить, с точки зрения защиты здоровья людей, использование сельскохозяйственных технологий, предусматривающих содержание в растительной и животноводческой продукции не только радиоактивных элементов, но и больших количеств антибиотиков, гормональных веществ, нитратов и нитритов. Мы считаем возможным применение на территории, загрязненной радиоактивными элементами, лазерных технологий с целью повышения резистентности сельскохозяйственных животных.

Примером могут служить результаты научных исследований по использованию низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения в животноводстве и птицеводстве. Облучение инфракрасным лазерным светом раствора, содержащего половые клетки хряков, резко повышало оплодотворяющую способность последних [62]. При наружном облучении лазерным светом половых органов быков - производителей, у последних увеличивалось количество и качество продуцируемой спермы [63].

Облучение инфракрасным лазерным светом куриных яиц, полученных от родительского поголовья, из района, пострадавшего от аварии на ЧАЭС, на 11–16 сутки инкубации, повышало выводимость цыплят, а также, их выживаемость [64].

10. Информационное обеспечение населения о мерах коллективной и индивидуальной защиты здоровья в условиях проживания на территории, загрязненной радиоактивными элементами.

Крайне важным элементом защиты здоровья людей, проживающих на радиоактивно загрязненной территории (РЗТ), является информационное обеспечение.

Исследование информированности населения, проведенное при поддержке ООН и Швейцарского бюро сотрудничества в Украине (SDC) в 2003-2006 гг., подтвердило то,

что население, пострадавшее в результате аварии на ЧАЭС, не получает четкой и исчерпывающей информации о влиянии ее последствий на здоровье и окружающую среду [65]. Недостаточное информирование жителей РЗТ остается одной из причин социально-психологической напряженности, и как следствие, препятствует процессу возрождения и развития пострадавших территорий [66].

За весь послеаварийный период научными организациями накоплен значительный массив знаний о состоянии РЗТ и тех мероприятиях, которые могли бы помочь населению снизить радиационное воздействие на организм. Однако доступ населения к этим знаниям ограничен: научные учреждения – разработчики этих мероприятий – не ставят своей целью информирование людей. А профессиональные коммуникаторы – средства массовой информации – не являются достаточно компетентными в этих вопросах, и также не предоставляют населению информации по этим вопросам. Частично распространение информации по вопросам преодоления последствий аварии на ЧАЭС среди населения в Украине обеспечивается пятью центрами социально-психологической реабилитации, но указанные центры не в состоянии охватить своей деятельностью всех проживающих на пострадавших территориях. В стране отсутствует также механизм регулярной подачи информации через системы образования и медико-санитарного просвещения.

Подтверждением низкой эффективности проводимой образовательной деятельности населения Украины по вопросам безопасного поведения на РЗТ, стали результаты социологического опроса (2007 г.): о правильном питании ничего не знают до 31 % проживающих в зонах безусловного, обязательного отселения и повышенного радиоэкологического контроля; только $\frac{1}{5}$ часть жителей РЗТ руководствуется на практике советами по правильному питанию; относительно контроля и способов очищения мяса и молока осведомлены не более $\frac{1}{4}$ опрошенных; незначительная часть респондентов применяет подобные правила в повседневной жизни; 13-15 % жителей РЗТ употребляют диетические добавки и сорбенты. Чуть больше оказался уровень осведомленности опрошенных об опасности употребления лесных грибов и ягод на РЗТ (12-20 % в зависимости от зоны проживания), при этом рекомендуемых правил придерживаются только $\frac{1}{4}$ часть опрошенного населения [67]. Совершенствование способов и механизмов распространения знаний о том, как безопасно жить в условиях территорий, пострадавших от радиоактивного загрязнения, будет направлено на снижение внутреннего и внешнего облучения жителей РЗТ.

Б. Рекомендации по домашней технологической и кулинарной обработке пищевых продуктов для снижения содержания Cs-137 и Sr-90 в рационе питания.

Следует подчеркнуть, что в настоящее время наибольшее количество радионуклидов Cs-137 может поступить в организм человека с продуктами питания, полученными в условиях частного, приусадебного хозяйства, а также продуктов, которые добываются на охоте, рыбалке и при сборе даров леса (грибы, ягоды и лекарственные растения) [68, 69]. Кроме них, значительный вклад в формирование внутренней дозы облучения, вносят молоко и молочные продукты (рис.8). Этому способствуют РДУ, действующие в настоящее время. При такой ситуации важно применять на практике методы, которые позволят существенно уменьшить содержание радионуклидов в продуктах питания, и, как следствие, избежать облучения организма человека.



Рис. 8. Вклад продуктов питания в формирование внутренней дозы облучения населения Украины.

Исключение из рациона населения пищевых продуктов и воды, загрязненных радионуклидами, и в тоже время, обеспечение населения чистыми продуктами и водой, завозимыми из незагрязненных регионов, являются наиболее радикальными мерами профилактики внутреннего облучения. Однако в силу определенных обстоятельств, в частности наличие экономического кризиса, государственная власть не в состоянии обеспечить это требование.

Значительного снижения содержания радионуклидов в продуктах питания можно достичь с помощью их технологической и кулинарной обработки. При этом, следует отметить, что различные способы приготовления пищи могут приводить, как к снижению, так и концентрированию радионуклидов в готовых к употреблению продуктах. В частности, обезвоживание продуктов в результате сушки, вяления, вымораживания приводит к увеличению их удельной активности. В табл. 1-2 приведены сведения о влиянии основных кулинарных приемов обработки овощей, ягод, мяса на степень снижения содержания радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в готовых блюдах. По сведениям разных исследователей, за счет обработки пищевого сырья – тщательного мытья, чистки продуктов, отделения малоценных частей можно удалить от 20 до 60 % радионуклидов [1, 58].

При аэрогенных загрязнениях овощей, фруктов, грибов приемы механической очистки, обычно используемые в процессе приготовления пищи, (мытьё, снятие кожуры), позволяют удалить примерно 50 % радиоактивных веществ, находящихся на поверхности пищевого продукта [1].

При структурном загрязнении, характеризующемся распределением Cs-137 в массе пищевого продукта, что наблюдается при миграции его по биологическим и пищевым цепям, подобные приемы не дают заметного эффекта. Подготовку продуктов и пищевого сырья целесообразно начинать с механической их очистки от загрязнения земель.

Затем все продукты должны быть тщательно промыты в проточной воде, а при отсутствии проточной – в обильном количестве отстоянной воды. В связи с тем, что на поверхности многих овощей и фруктов находятся клейкие вещества, способные активно задерживать из почвы патогенные для человека микроорганизмы и другие чужеродные вещества, целесообразно использовать щелочной раствор (питьевой соды)

для их растворения и удаления. При этом не следует забывать о необходимости обильно ополаскивать обработанные овощи и фрукты чистой теплой водой.

Таблица 1

Влияние способа кулинарной обработки на снижение содержания радионуклидов в овощах и ягодах [58].

Исходный продукт	Способ кулинарной обработки	Конечный продукт	Кратность снижения по сравнению с исходным продуктом	
			Sr-90	Cs-137
Картофель	Мойка, очистка	Очищенный картофель	1,70	1,60
	Варка	Картофель вареный	1,20	1,30
	Жарка	Картофель жареный	1,20	
Огурцы	Маринование	Огурцы консервированные	1,50	1,40
	Засолка	Огурцы соленые	1,70	1,85
Помидоры	Маринование	Помидоры консервированные	1,20	1,40
	Перетирание	Томатная паста	1,20	
Корнеплоды	Удаление головки	Корнеплоды сырые	1,90	1,90
Свекла	Очистка от кожуры	Очищенная свекла	1,60	-
	Отваривание	Свекла вареная	-	1,70
	Маринование	Свекла консервированная	1,10	1,25
Морковь	Маринование	Морковь консервированная	1,20	-
Капуста	Удаление кроющего листа	Капуста сырая	1,90	1,90
	Отваривание	Капуста вареная	-	1,70
	Маринование	Капуста консервированная	1,22	1,30
	Засолка	Капуста соленая	1,40	-
	Квашение	Капуста квашеная	1,10	-
Ягоды	Изготовление сока	Сок неосветленный	2,00	2,00
	Изготовление сока	Сок осветленный	-	3,00
	Варка	Варенье	-	2,00
	Варка	Компот	-	1,70
Грибы	Промывка проточной водой	Очищенные грибы	-	1,40
	Отваривание однократное в течение 10 мин.	Грибы вареные	1,10-1,30	1,50-10,0
	Консервирование	Грибы консервированные	-	1,50

У моркови, свеклы, репы и других корнеплодов рекомендуется срезать на 1-1,5 см верхнюю часть головки. В этой части корнеплода содержится до 80 % всех радиоактивных и других токсичных веществ (свинец, кадмий, ртуть). Перед мытьем капусты необходимо удалить верхние наиболее загрязненные листья и не использовать в пищу кочерыжку. Картофель и корнеплоды обязательно моют дважды: перед очисткой от кожуры и после. В кожуре концентрация Cs-137 в 2-3 раза выше, чем в мякоти, в связи с чем, необходимо очистить картофель от нее.

Таблица 2

Влияние кулинарной обработки на снижение содержания радионуклидов в мясных и рыбных продуктах [70, 71].

Исходный продукт	Способ кулинарной обработки	Конечный продукт	Кратность снижения по сравнению с исходным продуктом	
			Sr-90	Cs-137
Мясо сырое (говядина, свинина, баранина, куры)	Варка	Мясо отварное	1,40	1,50-1,80
	Запекание	Мясо запеченное	-	1,20-1,50
	Тушение	Мясо тушеное	-	1,40-1,50
	Жарка	Мясо жареное, бифштекс	1,20	1,20-1,50
	Посол мокрый	Солонина	-	1,70-2,00
	Посол сухой	Солонина	-	1,10-1,30
	Маринование	Мясо шашлычное	-	1,70-1,90
	Изготовление колбас	Колбаса домашняя	-	1,05-1,75
Кости	Варка	Кости	1,003	1,3
Рыба потрошенная	Варка	Рыба отварная	1,50	1,16
Сало	Перетопка	Жир топленый	1,98	1,95-5,00

Целесообразно измельчение (нарезка кубиками) картофеля, моркови, свеклы перед варкой – увеличение активной поверхности приготавливаемого продукта в дальнейшем снижает содержание Cs-137 в 1,5-2 раза.

Фрукты также рекомендуется промыть и очистить от кожуры. Тщательно должны быть очищены участки поверхности овощей и фруктов, имеющие неровности, трещины, в которых могут накапливаться радиоактивные частицы.

Механическая обработка мясного сырья заключается в удалении загрязненных участков соединительной ткани.

Следующий этап обработки продуктов – вымачивание в чистой воде в течение 2-3 часов. Данный этап особенно показан для продуктов, которые могут быть сильно загрязнены радионуклидами (дикорастущие свежие и сухие грибы, ягоды, мясо, пресноводная рыба). Предварительное вымачивание мелко нарезанного мяса в воде или 4 %-ном растворе поваренной соли на протяжении 3 часов обеспечивает удаление из него 30-40 % находящегося Cs-137. При вымачивании мяса, для снижения потерь белка и улучшения вкусовых качеств, к солевому раствору можно добавлять уксусную кислоту (3-5 мл 70 % эссенции на 1 л раствора).

Рыбу необходимо очистить от чешуи, удалить плавники, голову и выпотрошить, затем разрезать на куски (50-100 г) и выдержать в 4-6 %-ном растворе поваренной соли в течение 20-24 часов, несколько раз сменить воду. Такая обработка снижает содержание радиоцезия на 87-99 % [58].

При засолке овощей и фруктов количество Cs-137, потребляемое с солеными продуктами, будет в 2 раза меньше количества его, находящегося в исходных свежих продуктах. Несколько меньший эффект наблюдается при изготовлении консервированных овощей и маринадов (снижение Cs-137 в среднем до 1,2 раз). Если

же рассол используется в пищу, наравне с засоленным пищевым продуктом, как например, рассол квашеной капусты, то радиозащитный эффект сводится к нулю.

Наиболее предпочтительным способом кулинарной обработки пищевого сырья в условиях повышенного загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами является такой способ термической обработки, как варка. Этому способу приготовления пищи следует отдать предпочтение в связи с тем, что при отваривании значительная часть радионуклидов и других вредных химических веществ (тяжелые металлы, нитраты и др.) переходят в отвар. Так, установлено, что около 80 % радионуклидов цезия при варке мяса переходят в бульон [72]. Аналогичным методом можно снизить концентрацию радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в мясе кур, кроликов и рыбы. Очевидно, что использовать в пищу мясные и рыбные бульоны нецелесообразно. Нужно варить продукт в течение 5-10 минут в водопроводной воде с добавлением поваренной соли, слить воду, а затем продолжать варку в новой порции воды, используя ее в пищу. Указанный способ приемлем для приготовления первых блюд, гарниров. Предварительное бланширование в течение 10 мин. мелко нарезанных овощей дает возможность уменьшить их загрязнение радионуклидами в 2-3 раза. При отваривании овощей в бульон переходит половина Cs-137, содержащегося в клубнях. При варке картофеля в «мундире» переход радионуклидов в отвар снижается на 20 %, по сравнению с вариантом варки очищенных клубней [1].

Жарение, как способ приготовления пищи, в связи с повышенным загрязнением продуктов радионуклидами, не рекомендуется. При жарении практически все радионуклиды остаются в продукте, а в связи с испарением жидкости их концентрация даже увеличивается. При желании продукты после отваривания можно поджарить в духовом шкафу или на сковороде, добавляя приправы, соль и специи по вкусу.

При использовании в пищу таких субпродуктов, как печень, почки, купленных в магазине, следует пользоваться теми же кулинарными приемами, что и при обработке мяса, а такие субпродукты, как легкие и вымя лучше в пищу не употреблять.

Отдельной проблемой является перераспределение радионуклидов в молочной продукции при различных способах переработки цельного молока. Значительного снижения содержания радионуклидов в молоке можно достичь путем фильтрации через специальный фильтр, где в качестве фильтрующего элемента используется хемосорбционный материал ЦМ-КФ на основе волокна МТИЛОН-В (сополимер целлюлозы и полиакрилонитрила), обработанного растворами железа и ферроцианида калия [56].

Молоко, прошедшее фильтрацию, сохраняет все свои физико-технические и технологические свойства (вкус, запах, цвет, содержание белков, жиров, минеральных солей). Эффективность очистки от радионуклидов цезия свежесцеженного молока составляет в среднем 90 %. Возможно многократное использование фильтра.

Существенного снижения содержания радионуклидов в молочных продуктах можно достичь путем технологической переработки цельного молока на жировые и белковые концентраты. Эффективность такой переработки обусловлена тем, что радионуклиды цезия и стронция не связываются с жировой составляющей молока. Так, при сепарировании молока 85-90 % радионуклидов остается в обрате и 8-15 % - в сливках. При переработке сливок в сливочное масло основная часть указанных радионуклидов переходит в пахту и промывные воды. Переработка молока на творог, в том числе в домашних условиях, снижает в рационе содержание стронция на 60-80 %, а цезия – на 85-90 % за счет перехода радионуклидов в сыворотку. По этой причине молочную сыворотку не следует употреблять в пищу. Содержание Cs-137 в простокваше, где сыворотка не отделена от сгустка, а тщательно с ним перемешана,

идентично концентрации его в исходном молоке. Поэтому простоквашу употреблять нельзя и ее необходимо исключить из рациона питания.

Показано, что в результате переработки молока в домашних условиях на сметану и творог содержание в них Cs-137 остается примерно на уровне удельной активности исходного молока. Но, поскольку количество потребляемых сметаны и творога существенно меньше количества потребляемого молока, соответственно уменьшается и поступление с ними в организм Cs-137 [1]. Молочный жир (топленое масло) радионуклидов стронция и цезия не содержит (табл. 3).

При производстве сыра сычужным методом содержание радиоцезия в конечном продукте уменьшается в 8-10 раз, в то время как содержание стронция уменьшается лишь на 20 %. Однако, использование кислотных методов при приготовлении сыров увеличивает выведение радиоактивного стронция из конечного продукта. При таких методах производства сыра радиоактивный стронций образует растворимые соли, которые при прессовании удаляются с простоквашей.

Таблица 3

Влияние способов переработки молока на содержание радионуклидов в конечной продукции [71].

Вид продукции	КП _{молоко-продукт*}		Вид продукции	КП _{молоко-продукт*}	
	Sr-90	Cs-137		Sr-90	Cs-137
Сливки (20 %-ная жирность)	0,78	0,60	Творог кислотный	0,7	0,8
Сливочное масло	0,09	0,12	Сыры твердые	5,8	0,5
Масло топленое	0	0,01	Сыры мягкие	4,0	0,7

Примечание. * КП_{молоко-продукт} – отношение концентрации радионуклида (Бк/кг) в продукции к концентрации радионуклида в молоке.

Замена в рационе молока, содержащего повышенные концентрации радионуклидов, полученными из него продуктами в виде сыров, творога, порошкового и сгущенного молока, позволяет в 5-10 раз снизить поступление радионуклидов в организм человека.

Загрязнение радионуклидами продуктов лесного происхождения (грибы, ягоды), которые традиционно имеют место в рационе питания жителей РЗТ, на сегодняшний день остается высоким [69, 70, 73]. Предложенные способы кулинарной обработки свежих и сухих грибов, содержащих радионуклиды, не делают их безопасными продуктами для человека [74]. Поэтому мы рекомендуем исключить их из рациона питания. Для жителей РЗТ следует рекомендовать употребление искусственно культивируемых видов грибов, таких как, вешенка обыкновенная, опенок летний, шиитаке, шампиньоны [75].

Из дикорастущих ягод в наибольшей степени накапливают Cs-137 клюква, голубика и брусника – уже при плотности загрязнения 0,5 Ки/км². Несколько меньше накопление в чернике, землянике и малине. Накопление Cs-137 в дикорастущих ягодах зависит от плотности радиоактивного загрязнения грунтов, степени увлажнения почвы и от вида преобладающей древесной растительности.

Относительно ягод необходимо отметить их достаточно низкий уровень очистки от радионуклидов. Например, если ягоды промыть в воде, то активность Cs-137 в пробах ягод уменьшается на 10-20 %. Переработка ягод снижает содержание Cs-137 в готовой продукции максимум в 2 раза, если используется только сок ягод без жмыха. Термическая обработка ягод существенно уменьшает количество витаминов и

полезных для организмов человека аминокислот, что снижает целесообразность очищения ягод от радионуклидов [76].

Вместе с тем, если готовить ягодные компоты по рецепту указанному ниже, то можно в несколько раз уменьшить загрязнение конечного продукта питания радионуклидами. Способ приготовления ягодных компотов заключается в кипячении ягод в сахарном сиропе, после чего смесь процеживают и жидкость консервируют в банки, а сами ягоды выбрасывают (в пищу не используют). Приготовление джемов и варенья из лесных ягод не приводит к уменьшению загрязнения радионуклидами конечного продукта [77].

Перечисленные способы рациональной технологии приготовления пищи в значительной степени снизят содержание радионуклидов в продуктах питания населения РЗТ, и будут способствовать уменьшению дозы внутреннего облучения организма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марей А.Н., Бархударов Р.М., Новикова Н.Я. Глобальные выпадения Cs-137 и человек. – М.: Атомиздат, 1974. - 168с.
2. Bandajevsky Y.I, Dubovaya N.F, Bandazhevskaya G.S, Kadun O.N. *Tchernobyl 25 ans après : situation démographique et problèmes de santé dans les territoires contaminés*. Gap. : Ed. Yves Michel; 2011. – 77р.
3. Смертность в Республике Беларусь за 2004-2005 гг. : Официальный статистический сборник. - Минск: ГУ РНМБ, 2006. – 181 с.
4. Основные показатели здоровья населения и использования ресурсов здравоохранения в Киевской области за 2009 год: Справочник /Под ред. О. И. Ременник. – К.: Киевский областной центр медицинской статистики, 2010. – 157 с.
5. Здравоохранение в Республике Беларусь: Официальный статистический сборник. – Минск, 2006. – 275 с.
6. Здравоохранение и медицинская наука в Республике Беларусь. Статистика Министерства здравоохранения Республики Беларусь. - 1 декабря 2008. – Режим доступа: <http://stat.med/by>
7. Состояние здоровья населения и организация медицинской помощи в Республике Беларусь. Статистика Министерства здравоохранения Республики Беларусь. – 1 декабря 2009 г. – Режим доступа: <http://stat.med/by>.
8. Бандажевский Ю.И., Дубовая Н.Ф., Бандажевская Г.С., Кадун О.Н., Переплетчиков А.М., Жербо Л. Чернобыль 25 лет: инкорпорированные радионуклиды Cs-137 и здоровье людей /Под ред. проф. Ю. И. Бандажевского. – К.: Координационный аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. – 156 с.
9. Чернобыльская катастрофа: Причины и последствия (Экспертное заключение). В 4-х частях. Часть 3. Последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Республики Беларусь /Под редакцией В. Б. Нестеренко/ Международное сообщество восстановления среды обитания и безопасного проживания человека "СЭНМУРВ" Объединенный экспертный комитет (Минск-Москва-Киев). – Минск: Скарына, 1992. – 207 с.
10. Atlas of caesium deposition on Europe after the Chernobyl accident / Luxembourg, office for official publications of the European Communities, 1998. – 71 p.
11. 25 років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього : Національна доповідь України. – К. : КІМ, 2011. – 356 с.

12. Атлас. Украина. Радиоактивное загрязнение / ООО «Интеллектуальные Системы ГЕО» по заказу Министерства чрезвычайных ситуаций Украины. – К., 2011. – 52 с.
13. 20 years after Chernobyl Catastrophe. Future outlook: National Report of Ukraine. – К.: Atika, 2006. – 216 p.
14. Журавлев В.Ф. Токсикология радиоактивных веществ. - 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 336 с.
15. Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм /Бандажевский Ю.И., Лелевич В.В., Стрелко В.В. и др.; Под редакцией Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича. - Гомель, 1995. – 173 с.
16. Бандажевский Ю.И. Патофизиология инкорпорированного радиоактивного излучения. – Гомель: Гомельский государственный медицинский институт, 1997. – 104 с.
17. Бандажевский Ю.И. Патология инкорпорированного радиоактивного излучения. - Минск: Белорусский государственный технологический университет, 1999. – 136 с.
18. Бандажевский Ю.И. Радиоцезий и сердце (патофизиологические аспекты). - Минск: Белрад, 2001. – 62 с.
19. Бандажевский Ю.И. Патологические процессы в организме при инкорпорации радионуклидов. - Минск: Белрад, 2002. – 142 с.
20. Bandajevsky Yu. I., Bandajevskaya G.S. Cardiomyopathies au Cesium-137 // *Cardinale*. - Paris: 2003, XV, № 8. - P. 40-42.
21. Бандажевский Ю.И. Медицинские и биологические эффекты инкорпорированного в организм радиоцезия. - Минск: Белрад, 2000. - 70 с.
22. Bandajevski Y.I., Bandajevskaya G.S. Les consequences de Tchernobyl sur la santé. Le systeme cardiovasculaire et l incorporation de radionucleides Cs-137. - Gap. : Ed Yves Michel; 2012. – 72 p.
23. Bandazhevsky Yu. I. Cs-137 Incorporation in children's organs // *Swiss. Med. Weekly*. – 2003. - Vol. 133. - P. 488-490.
24. Бочков Н.П., Аклеев А.В., Балева Л.С. Генетические последствия Челябинских и Чернобыльских радиоактивных загрязнений //Вестник Российской академии медицинских наук. - 1996 . - № 6. - С. 64-72.
25. Бочков Н.П. Аналитический обзор цитогенетических исследований после Чернобыльской аварии //Вестник Российской академии медицинских наук. - 1993. - № 6. - С. 51-55.
26. Безлепкин В.Г., Кириллова Е.Н., Захарова М.Л. и др. Отдаленные и трансгенерационные эффекты пролонгированного воздействия гамма-радиации у человека, выявляемые по уровню полиморфизма простых повторов в ДНК периферической крови //Медико-биологические эффекты действия радиации: Международная конференция, Москва, 10-11 апреля 2012 г. Тезисы докладов. - М.: ФГУ ФМБЦ им. Бурназяна ФМБФ России, 2012. – С. 15.
27. Боткин С.С. Влияние солей рубидия и цезия на сердце и кровообращение //Диссертация на степень доктора медицины. - С. Петербург, 1887-1988. – 41 с.
28. Luckacs G.L., Fonyo A. The Ba²⁺ sensitivity of the Na⁺ - induced Ca²⁺ efflux in heart mitochondria: the site inhibitory action //Biochim Biophys Acta. - 1986; 858:125-134.
29. Perry H.M., Kopp S.J., Perry E.F., Erlanger M.W. Hypertension and associated cardiovascular abnormalities induced by chronic barium feeding //J. Toxicol. Environ. Health. - 1989; 28:373-388.
30. Rosa O., Berman L.B. The Pathophysiology of barium : Hypokalemic and cardiovascular effects //J. Pharmacol. Exp. Ther. - 1971; 177:433-439.

31. Бандажевский Ю.И., Матюхина Т.Г., Зеленко Г.А. Ультраструктурный ответ желудочковых кардиомиоцитов на поступление в организм радиоцезия // Морфофункциональные аспекты действия радионуклидов на процессы антенатального и постнатального развития. - Гомель: Гомельский государственный медицинский институт, 1998. - 98 с.
32. Бандажевский Ю.И., Бандажевская Г.С. Влияние радиоактивных элементов, попавших в окружающую среду в результате аварии на ЧАЭС на состояние миокарда // В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Ю.И. Бандажевского, В.В. Лелевича. – Гомель, 1995. – С. 48-73.
33. Структурно-функциональные эффекты инкорпорированных в организм радионуклидов /Под редакцией Ю.И. Бандажевского. - Гомель, 1997. – 152 с.
34. Бандажевский Ю.И., Потапова С.М. Оценка взаимосвязей между гуморальным звеном иммунитета, гормонами и показателями метаболизма у детей с разным уровнем внутреннего накопления радионуклидов //Современные проблемы инфекционной патологии человека: Материалы научно-практической конференции БЕЛНИИЭМ, 8-9 апреля 1989. - Минск, 1989. – С. 374-378.
35. Бандажевский Ю.И., Дубовая Н.Ф. Последствия Чернобыльской катастрофы: репродукция человека в условиях радиационного воздействия. – К.: Координационный и аналитический центр «Экология и здоровье», 2011. – 114 с.
36. Bandajevski Y.I., Dubovaya N.F. Les consequences de Tchernobyl sur la natalite. Cesium radioactif et processus de reproduction. - Gap. : Ed Yves Michel; 2012. – 127 p.
37. Мацюк Я.Р., Абакумов В.З., Троян Э.И. и др. Особенности становления структуры и функции семенников у потомства при воздействии инкорпорированных радионуклидов //Достижения медицинской науки Беларуси. - Выпуск 2. - 1997.
38. Лелевич В.В., Дорошенко Е.М. Влияние воздействия инкорпорированных радионуклидов на фонд нейромедиаторов в головном мозге крыс //В кн.: Клинико-экспериментальные аспекты влияния инкорпорированных радионуклидов на организм; Под ред. Бандажевского Ю.И., Лелевича В.В. - Гомель, 1995.- С. 74-88.
39. Лазюк Г.И., Иванов В.И., Толарова М., Цейзель Э. Генетика врожденных пороков развития // В кн. - Перспективы медицинской генетики; Под ред. И.П. Бочкова. - М.: Медицина, 1982. - С. 187-240.
40. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87 //Минздрав СССР. – 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 160 с.
41. Временные допустимые уровни содержания радиоактивных веществ в продуктах питания, питьевой воде, лекарственных травах (суммарная бета-активность); утв. МЗ СССР 30 мая 1986 г. //Чернобыльская трагедия. Документы и материалы. – К.: Наукова думка, 1996. – 783с.
42. Ципрія́н В.І., Мишковська А.А., Кузьминська О.В. Сучасні підходи до проблеми вдосконалення системи радіаційного моніторингу продуктів харчування та раціонів // Гігієна населених місць. - 2007. - Вып. № 49. – С. 307-313.
43. Рекомендации по безопасному проживанию и ведению личного подсобного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения территории. - Гомель, 2003. – 79 с.
44. Шандала Н.К. Методологические принципы применения средств массовой профилактики последствий облучения человека //Гигиена и санитария. – 1999. - № 2. – С. 33–36.

45. Островська С.С., Стеченко Л.О., Куфтирева Т.П., Черненко О.Г. Морфофункціональна характеристика міокарду та аорти опромінених щурів //Проблеми радіаційної медицини та радіобіології. – Вип. 14. - К., 2009. - С. 237-243.
46. Бандажевский Ю.И. Тератогенное действие зерна овса из района, пострадавшего от аварии на Чернобыльской атомной электростанции [Текст] / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, В.В. Швартау, И.П. Козьрин // Педиатрия. Восточная Европа. – 2014. - № 3(07). - С. 40-45.
47. Бандажевский Ю.И. Использование экспериментальной модели с лабораторными животными для оценки влияния радиационно-химического фактора на систему кроветворения [Текст] / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, В.В. Швартау, И.П. Козьрин // Сборник научных трудов сотрудников НМАПО имени П.Л. Шупика. – Вып. 23, Кн. 3. – К.: НМАПО им. П.Л. Шупика, 2014. – С. 26-33.
48. Бандажевский Ю.И. Тератогенный эффект зерна овса из района, пострадавшего от аварии на Чернобыльской атомной электростанции [Текст] / Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая, В.В. Швартау, Л.Н. Михальская // Фактори експериментальної еволюції організмів: збірник наукових праць. – Т. 14. – К.: Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова, 2014. – С. 190-193.
49. Мишагин В.А. Поражение щитовидной железы в результате сочетанного воздействия радиационного и эндемического факторов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 1996. – Т. 41, № 3. – С. 32.
50. Еколого-радіологічний та гігієнічний стан об'єктів навколишнього середовища територій Київської області: інформаційно-довідкові матеріали. – К., 2001.- 43 с.
51. Головатый С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. – Минск: Республиканское унитарное предприятие "Институт почвоведения и агрохимии", 2002. – 240 с.
52. Гресь Н.А., Аринчин А.Н. Особенности микроэлементарного состава организма детей Беларуси // Сборник НИКИ РМиЭ. - Минск, 1997. - С. 26-29.
53. Петрова Т.И., Полякова Т.И., Гресь Н.А. и др. О содержании свинца в крови детей //Десять лет после Чернобыльской катастрофы: Тез. докладов Международной конференции, Минск, 1996. - С. 232.
54. Гресь Н.А., Полякова Т.И. Микроэлементарный состав человека и проблемы здоровья //Сборник НИКИ РМиЭ. - Минск, 1997. - С 5-25.
55. Корзун В.Н., Козьрин И.П. Морские водоросли как средство профилактики внутреннего облучения и тиреоидной патологии // Семейная медицина. – 2003. - № 1-2. – С. 56-63.
56. Корзун В.Н. Гигиеническая проблема профилактики внутреннего облучения организма при хроническом алиментарном поступлении радионуклидов цезия и стронция: Автореф. дис. докт. мед. наук. – К., 1995. – 40 с.
57. Ревель П. Среда нашего обитания: Народонаселение и пищевые ресурсы [Текст] / П. Ревель, Ч. Ревель. Кн. 1.: Пер. с англ. – М. : Мир, 1994. – 340 с.
58. Щелкунов Л.Ф. Пища и экология [Текст] /Л.Ф. Щелкунов, М.С. Дудкин, В.Н. Корзун. – Одесса : Оптимум, 2000. – 517 с.
59. Шандала Н.К. Алиментарные средства уменьшения лучевых нагрузок организма радионуклидами цезия и стронция // Гигиена и санитария. – 1993. - № 10. – С. 51-54.
60. Бандажевский Ю.И. Слободская Н.С., Пальцева А.И.. Реакция организма матери и новорожденного на белок коровьего молока // Здравоохранение Беларуси. – 1992. - № 4. – С. 15-16.
61. Бандажевский Ю.И., Капитонова Э.К., Троян Э.Н. Проявление аллергии к белку коровьего молока и уровень кортизола в крови у детей из загрязненных радионуклидами районов //Актуальные проблемы иммунологии и аллергологии: Тезисы докл. 3 съезда Белорусского научного общества иммунологов и аллергологов. – Гродно, 1995. – С. 111.

62. Лис Р.Е., Бандажевский Ю.И., Абакумов В.З., Космуля П.Н. Способ обработки спермы хряков / Авторское свидетельство 1724204 (СССР), Бюллетень изобретений, 1992, № 13.
63. Зенов Л.К., Абакумов В.З., Бандажевский Ю.И. и др. Лазер и потомство //Сельское хозяйство Белоруссии. – 1990. - № 8. – С.26.
64. Бандажеускі Ю.І., Дубова Н.Ф. Спосіб виводимості пташенят домашньої птиці з районів радіоактивно забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Патент України на корисну модель № 82038 від 25.07.2013 //Бюл. № 14.
65. Оценка и анализ потребностей населения в информации о последствиях Чернобыльской аварии: Исследование в Украине. ПРООН, Международная исследовательская и информационная сеть по Чернобылю, Чернобыльская программа возрождения и развития ПРООН в Украине, 2004.
66. Саенко Ю. Социальные уроки Чернобыля и отношение населения Украины к ядерной энергетике [Текст] /Ю. Саенко //Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Ч. 1: Збірка доповідей. Висновки і рекомендації, 20-22 квітня 2011 р., м. Київ, Україна, 2011. – С. 40-44.
67. Ходорівська Н. Культура радіологічної безпеки: інформаційні аспекти [Текст] /Н. Ходорівська //Соціальні наслідки Чорнобиля: Час відродження / НАН України, Ін-т соціології, Центр соціальних експертиз : за ред. Ю. Саєнка, Н. Ходорківської. – К., 2011. – С. 167-177.
68. Василенко В.В. Вивчення особливостей формування доз внутрішнього опромінення населення РЗТ у віддалений період аварії на ЧАЕС, обумовлених надходженням ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr (на прикладі Київської області) [Текст] / В.В. Василенко, М.Я. Циганков, С.Ю. Нечаєв, В.О. Пікта, Г.М. Задорожна //Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Ч. 1: Збірка доповідей. Висновки і рекомендації, 20-22 квітня 2011 р., м. Київ, Україна, 2011. – С. 320-324.
69. Гродзинська Г.А. Накопичення ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr макроміцетами Українського Полісся [Текст] /Г.А. Гродзинська, С.О. Сирчин, М.Д. Кучма //Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього. Ч. 1: Збірка доповідей. Висновки і рекомендації, 20-22 квітня 2011 р., м. Київ, Україна, 2011. – С. 320-324.
70. Матола А. Кулинарная обработка как способ снижения содержания радиоактивного цезия в мясном сырье [Текст] /А. Матола, Н.Л. Долгий // Проблемы с/х радиологии: Сб. научных докладов УкрНИИСХР. – Вып. 3. – К., 1993. – С. 217-220.
71. Мешалкин Г.С. Влияние технологической и кулинарной обработки продукции животноводства на содержание в ней продуктов деления [Текст] / Г.С. Мешалкин // Радиобиология и радиоэкология с/х животных. – М.: Атомиздат, 1973. – С. 192-211.
72. Долгий Н.Л. Влияние технологических операций на переход радиоактивного цезия из мяса в готовые изделия [Текст] /Н.Л. Долгий // Пробл. сельскохоз. радиологии: Сб. науч. тр. – К., 1991. – С. 192-197.
73. Перевозников О.Н. Оценка эффективности контрмер по снижению доз внутреннего облучения детей радиоактивно загрязненных территорий [Текст] /О.Н. Перевозников, В.Н. Корзун, В.В. Василенко [и др.] // Гігієна населених місць. – 2008. - № 51. – С. 282-290.
74. Корзун В.Н. Чернобыль: радиация и питание [Текст] / В.Н. Корзун, И.П. Лось, О.П. Честов. – К., 1994. – С. 47-48.
75. Калецкая Г.Н. Выращивание грибов [Текст] /Г.Н. Калецкая, А.В. Барабошкин // Памятка для населения, проживающего на загрязненной радиоактивными веществами территории. – Минск, 1998. – 20 с.

76. Орлов А.А. Аккумуляция техногенных радионуклидов дикорастущими ягодными и лекарственными растениями лесов [Текст] /А.А. Орлов //Чернобыль дайджест'98-2000. – Вып. 6. – Минск, 2001. – 189с.

77. Guillitte, O. Decontamination methods for reducing radiation doses arising from radioactive contamination of forest ecosystems - a summary of available countermeasures [Text] / O. Guillitte, F.A. Tikhomirov, G. Shaw [et al.] // Science of The Total Environment. – 1993. - Vol. 137, № 1-3. – P. 307-314.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Основные причины катастрофического состояния здоровья людей, проживающих в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской атомной электростанции	7
Пути поступления радионуклидов в организм человека	9
Длительность радиационного воздействия на население Украины и Республики Беларусь	11
Воздействие радионуклидов Cs-137 на организм человека. Синдром инкорпорированных долгоживущих радионуклидов	13
Радионуклиды Cs-137 – фактор воздействия на процессы реализации генетической информации	20
Роль нормативных документов, регламентирующих содержание радионуклидов в пищевых продуктах, в защите здоровья людей.....	21
Роль радиоцезия в возникновении патологии щитовидной железы	28
Роль йодного дефицита в возникновении рака щитовидной железы.	29
Сочетанное воздействие радионуклидов Cs-137 и других внешнесредовых факторов	30
Мероприятия по защите здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения окружающей среды радиоактивными элементами	32
А. Основные элементы системы защиты здоровья населения, длительно проживающего на территории, загрязненной радиоактивными элементами	32
Б. Рекомендации по домашней технологической и кулинарной обработке пищевых продуктов для снижения содержания C-137 и Sr-90 в рационе питания....	49
Литература.....	60

Научное издание

Ю.И. Бандажевский, Н.Ф. Дубовая

Защита здоровья людей в условиях радиационного
загрязнения окружающей среды

Підписано до друку 1.12.2014. Формат 60×84 1/16.

Папір офсетний

Умовн. друк. арк. 4,07. Обл.-вид. арк. 2,4.

Зам. № 230.

Наклад 300 прим.

Видавець «ФОП Середняк Т.К.», 49000,

Дніпропетровськ, 18, а/с 1212

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 4379
від 02.08.2012.

Ідентифікатор видавця в системі ISBN 7029

49000, Дніпропетровськ, 18, а/с 1212

тел. (063)-401-55-03, (056)-798-22-47

E-mail: s-k-y@ukr.net,

www.isbn.com.ua

www.adverta.com.ua

www.vk.com/izdatelstvo_adverta

www.facebook.com/adverta.Izdatelstvo